

12.22.2004 / R. Blackett / 08350.2689-00000

**JP 1110884 (Takeuchi)**

1/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02813284      \*\*Image available\*\*

FLOW QUANTITY-PRESSURE CONTROL DEVICE FOR VARIABLE DELIVERY QUANTITY PUMP

PUB. NO.:        01-110884    [\*JP 1110884\*    A]

PUBLISHED:      April 27, 1989 (19890427)

INVENTOR(s):    TAKEUCHI TAKAHIKO

AKITA YOSHISUKE

HAYAKAWA OSAMU

APPLICANT(s):   TOKYO KEIKI CO LTD [000338] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:       62-171882    [JP 87171882]

FILED:           July 09, 1987 (19870709)

INTL CLASS:      [4] F04B-049/06

JAPIO CLASS:    24.1 (CHEMICAL ENGINEERING -- Fluid Transportation)

JOURNAL:        Section: M, Section No. 855, Vol. 13, No. 334, Pg. 4, July 27, 1989 (19890727)

ABSTRACT

PURPOSE: To hold a setting stop pressure in a short time by providing a prediction control means which instructs a delivery stop of a pump when the residual delivery volume, obtained in a prediction arithmetic means, agrees with the surplus delivery volume.

CONSTITUTION: In the case of a flow quantity and pressure control device for a variable delivery quantity pump 1, when a delivery pressure starts rising by stopping a cylinder as a control load, the existing delivery volume  $V_r$ , necessary for the delivery pressure reaches from the present point of time to d setting stop pressure, is predictively calculated being based on a rising speed in every predetermined period. While the surplus delivery volume  $V_e$ , for the pump to deliver by its action delay when the pump performs its delivery stop in the present point of time, is predictively calculated, and when the existing delivery volume  $V_r$  increases to the surplus delivery volume  $V_e$  or more, the delivery stop of the pump is instructed. In this way, no overshoot is generated even when the delivery pressure reaches the setting stop pressure.

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

F 04 B 49/06

識別記号

3 2 1

庁内整理番号

7725-3H

⑬ 公開 平成1年(1989)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置

⑯ 特 願 昭62-171882

⑰ 出 願 昭62(1987)7月9日

⑱ 発 明 者	武 内	宇 彦	東京都大田区南蒲田2丁目16番46号	株式会社東京計器内
⑱ 発 明 者	秋 田	芳 助	東京都大田区南蒲田2丁目16番46号	株式会社東京計器内
⑱ 発 明 者	早 川	脩	東京都大田区南蒲田2丁目16番46号	株式会社東京計器内
⑲ 出 願 人	株式会社東京計器		東京都大田区南蒲田2丁目16番46号	
⑲ 代 理 人	弁理士 竹 内 進		外1名	

## 明細書

## 1. 発明の名称

可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 制御負荷が停止するまで設定流量を保つようにポンプ吐出量を制御する流量制御を行ない、前記制御負荷の停止時に上昇する吐出圧力を設定停止圧力に保つようにポンプ吐出量を制御する圧力制御に切換える可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置に於いて、

前記制御負荷が停止したときの吐出圧力の上昇速度から現時点の吐出圧力が設定停止圧力に達するまでに必要な残存吐出容積、及び吐出停止を現時点で行なったときにポンプの動作遅れにより吐出してしまう余剰吐出容積のそれぞれを所定期間毎に予測演算する予測演算手段と；

該予測演算手段で得られた残存吐出容積と余剰吐出容積が一致したときにポンプの吐出停止又は

停止漏れ流量に基づく固定吐出量への制御を指令する予測制御手段と；

を設けたことを特徴とする可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置。

(2) 前記予測制御手段は、吐出停止又は固定吐出量の制御を指令してから所定時間後または吐出圧力が設定停止圧力に一致したときに、前記圧力制御に切換える手段を備えたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、シリンダ等の負荷停止時にそれまでの流量制御から停止圧力を一定値に保つための圧力制御に切換える可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置に関する。

(従来技術)

従来、この種の流量圧力制御装置としては、例

えば第5図に示すようなものがある。

第5図において、1は可変吐出量ポンプであり、例えば入力電圧又は入力電流を変化させることにより斜板の角度を変え、これによってピストンストロークが変わって吐出量を変化させることができる。

2は流量制御用のサーボ増幅器、3は圧力制御用のサーボ増幅器、4はサーボ増幅器2、3の出力を切替えるスイッチ、5はスイッチ4を切替制御するための電圧比較器、更に、6は制御負荷となるシリンダである。

このような流量圧力制御装置にあっては、通常の流量制御のときには、スイッチ4はA側に切替わっており、可変容量ポンプ1の斜板に取付けた角度センサからの斜板角度 $\theta$ 、即ちポンプ吐出流量 $Q$ を検出し、流量指示値(設定流量) $Q_c$ との偏差を加算点7で得てサーボ増幅器2に入力し、流量指示値 $Q_c$ を保つように可変吐出量ポンプ1

の吐出量をフィードバック制御し、その結果、シリンダ6は一定の移動速度で駆動される。

このような流量制御によるシリンダ6の駆動でストロークエンドに達して機械的に停止すると、シリンダ6内の圧力が急激に上昇し始める。

電圧比較器5には、基準電圧として圧力指示値 $P_c$ から所定値 $\alpha$ を差し引いた( $P_c - \alpha$ )が加算点8から与えられており、シリンダ6のストロークエンドでの停止で上昇した吐出圧力 $P$ が圧力指示値 $P_c$ より僅かに低い( $P_c - \alpha$ )に達すると電圧比較器5の出力が反転してスイッチ4をB側に切替え、加算点9からの偏差( $P_c - P$ )に基づくサーボ増幅器3の出力で停止圧力 $P$ を圧力指示値 $P_c$ に保つように可変吐出量ポンプ1の吐出量を制御する圧力制御が行なわれる。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような従来の流量圧力制御装置にあっては、流量制御から圧力制御への切換

えを、吐出圧力 $P$ が圧力指示値 $P_c$ より僅かに低い( $P_c - \alpha$ )に達したときに切替えるようにしていたため、例えば第6図に示すように、流量制御の流量指示値 $Q_c$ が大流量のとき、又はストロークエンドに達したときのシリンダ容積が小さいときには、圧力制御を行なってもポンプの応答遅れにより必要以上の流体吐出がなされてしまい、圧力指示値 $P_c$ に対し極めて大きなオーバーシュート $\Delta P$ を発生してしまう。

一方、オーバーシュートを減らすためにサーボ増幅器3のゲインを非常に低くすると、停止圧力が圧力指示値 $P_c$ に安定するまでの静停時間が長くなり、制御精度が落ちるという問題があった。(問題点を解決するための手段)

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、負荷停止時に行なう流量制御から圧力制御への切換えにおいて、停止圧力のオーバーシュートを起こすことなく短時間で停止設定圧

力を保つ圧力制御に移行できるようにした制御応答及び制御精度の優れた可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置を提供することを目的とする。

この目的を達成するため本発明にあっては、制御負荷が停止するまで設定流量を保つようにポンプ吐出量を制御する流量制御を行ない、前記制御負荷の停止時に上昇する吐出圧力を設定停止圧力に保つようにポンプ吐出量を制御する圧力制御に切替える可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置に於いて、制御負荷が停止したときの吐出圧力の上昇速度から現時点の吐出圧力が設定停止圧力に達するまでに必要な残存吐出容積、及び吐出停止を現時点で行なったときにポンプの動作遅れにより吐出してしまう余剰吐出容積のそれぞれを所定周期毎に予測演算する予測演算手段と；該予測演算手段で得られた残存吐出容積と余剰吐出容積が一致したときにポンプの吐出停止又は停止漏れ流量に基づく固定吐出量への制御を指令する予測制御

手段と；を設けるようにしたものである。

(作用)

このような構成を備えた本発明の可変吐出量ポンプの流量圧力制御装置にあっては、制御負荷としてのシリンダの停止で吐出圧力が上昇を始めると、所定周期毎に上昇速度に基づいて現時点から設定停止圧力に達するまでに必要な残存吐出容積 $V_r$ を予測演算すると共に、ポンプの吐出停止を現時点で行なったときにポンプの動作遅れにより吐出してしまう余剰吐出容積 $V_e$ を予測演算し、残存吐出容積 $V_r$ が余剰吐出容積 $V_e$ 以上となった時に、例えばポンプの吐出停止を指令する。

このため吐出停止によりポンプに動作遅れがあっても、動作遅れにより吐出されてしまう余剰吐出容積 $V_e$ は設定停止圧力に到達させるために必要な残存吐出容積 $V_r$ に一致するか略等しいことから、吐出圧力が設定停止圧力に達してもオーバーシュートは全く発生せず、この段階で圧力制御

に切換えることで、停止圧力を速やかに設定値に保つことができる。

また予測制御による吐出停止が行なわれるまでは、流量制御によって吐出圧力は急速に上昇しており、停止精度を保つための圧力制御への移行時間は極めて短く、高い制御応答を実現できる。

(実施例)

第1図は本発明の一実施例を示したブロック図である。

第1図において、1は可変吐出量ポンプであり、電圧入力または電流入力に応じて斜板の傾斜角 $\theta$ を変えることによってピストンストロークを変化させることができ、これによって吐出流量を可変することができる。2は流量制御用のサーボ増幅器であり、切換スイッチ4をA側に切換えた状態で与えられる設定流量としての流量指示値 $Q_c$ と、可変吐出量ポンプ1の斜板傾斜角 $\theta$ に基づく吐出流量 $Q$ を入力した加算点7からの偏差信号に応じ

た出力を生じ、吐出流量 $Q$ を流量指示値 $Q_c$ に保つように可変吐出量ポンプ1の吐出量、即ち斜板傾斜角 $\theta$ をフィードバック制御する。

また、サーボ増幅器2は後の説明で明らかにするように、吐出量制御のためのサーボ出力を外部信号により強制的に制御することができる。

3は圧力制御用のサーボ増幅器であり、加算点9から得られる設定停止圧力としての圧力指示値 $P_c$ と圧力センサで検出した可変吐出量ポンプ1の吐出圧力 $P$ との偏差に応じた出力を生じ、サーボ増幅器3の出力はスイッチ4がB側に切換わった状態で加算点7及びサーボ増幅器2を介して可変吐出量ポンプ1に与えられ、可変吐出量ポンプ1の吐出圧力 $P$ を圧力指示値 $P_c$ に保つようにフィードバック制御する。

10は予測演算器であり、流量制御によりシリンダ6のピストンロッド6aが対象物11に接触して停止したときに、それまでの流量制御から吐

出圧力を圧力指示値 $P_c$ で定まる所定の停止圧力を保つ圧力制御に切換える際に、停止圧力を越えるオーバーシュートを起こすことなく圧力指示値 $P_c$ で定まる停止圧力となるように可変吐出量ポンプ1の吐出量を最適制御するための予測演算を行なう。

即ち、予測演算器10はシリンダ6のピストンロッド6aが対象物11に接触して停止すると、所定のサンプリング周期 $T_s$ 毎に可変吐出量ポンプ1の吐出流量 $Q$ 及び吐出圧力 $P$ をサンプリングし、このサンプリング値からシリンダ6の停止による吐出圧力の上昇速度に基づいて現時点(サンプリング時点)から吐出圧力 $P$ が設定停止圧力 $P_c$ に達するまでに必要な残りの吐出容量、即ち、残存吐出容量 $V_r$ を予測演算する。

同時に予測演算器10は現時点(サンプリング時点)で可変吐出量ポンプ1の吐出停止を行なったときに、ポンプの動作遅れにより吐出されてし

まう余剰吐出容積  $V_e$  を予測演算する。

12は予測制御回路であり、予測演算器10でサンプル周期  $T_s$  毎に予測演算された残存吐出容積  $V_r$  と余剰吐出容積  $V_e$  を比較し、残存吐出容積  $V_r$  が余剰吐出容積  $V_e$  に一致したとき、または越えたときにサーボ増幅器2に対し吐出停止を指令するか、またはシリンダ6の停止位置における漏れ流量に対応した固定吐出量  $Q_L$  の出力を指令する。更に、予測制御回路12はサーボ増幅器2に対し吐出停止または固定吐出量  $Q_L$  を吐出する指令を行なった後に、スイッチ4を流量制御を行なうためのそれまでのA側からB側に切換えてサーボ増幅器3の出力による圧力制御に切換える制御機能を有する。この圧力制御への切換えは、可変吐出量ポンプ1の吐出圧力  $P$  が圧力指示値  $P_c$  に一致したとき、もしくは予め定めた所定時間  $T_w$  を経過したときに行なうようになる。

次に、第2図を参照して第1図に示した予測演

算器10及び予測制御回路12による可変吐出量ポンプ1の制御原理を作用と共に説明する。

第2図は流量指示値  $Q_c$  に基づく可変吐出量ポンプ1の流量制御による吐出量を受けてシリンダ6が対象物11に接触して停止したときの吐出圧力及び流量の変化を示している。

即ち、時刻  $t_0$  でシリンダ6のシリンダロッド6aが対象物11に接触したとすると、シリンダ6のピストンの動きが阻止され、このとき吐出量ポンプ1は流量制御により流量指示値  $Q_c$  に一致する流量  $Q$  を吐出していることから、シリンダ6が停止した時刻  $t_0$  からシリンダの内部圧力、即ちポンプ吐出圧力が上昇する。

このシリンダ停止時の吐出圧力の上昇は、

$$P = 1/V\beta \int_0^t Q dt + P_0$$

但し、 $V$ は負荷容積、 $\beta$ は作動流体圧縮率となり、吐出流量  $Q$  が一定であれば、

$$P = (Q/V\beta) t + P_0$$

となって第2図に示すように直線的に上昇する。

そこで、第1図の予測演算器10にあっては、シリンダ6が停止した時刻  $t_0$  から所定のサンプリング周期  $T_s$  毎に吐出流量  $Q$  及び吐出圧力  $P$  をサンプリングする。

ここで、現在時点(あるサンプリング時点)の吐出圧力を  $P_n$  とし、サンプリング周期  $T_s$  前の吐出圧力を  $P_{n-1}$  とすれば、それぞれ次式で表すことができる。

$$P_n = (Q/V\beta) t + P_0$$

$$P_{n-1} = (Q/V\beta) (t - t_p) + P_0$$

そこで、吐出圧力が  $P_{n-1}$  から  $P_n$  に上昇するまでの上昇速度、即ち傾きを与える  $(Q/V\beta)$  を求めるため両者の差をとると次式のようにして傾き、即ち圧力上昇速度が定まる。

$$P_n - P_{n-1} = (Q/V\beta) t_p$$

$$Q/V\beta = (P_n - P_{n-1}) / t_p$$

これによって、現時点  $t_n$  から設定停止圧力と

なる圧力指示値  $P_c$  に到達するまでの残り時間  $t_r$  は、

$$(P_n - P_c) / t_r = (P_n - P_{n-1}) / t_p$$

$$t_r = \{ (P_c - P_n) / (P_n - P_{n-1}) \} t_p$$

として演算することができ、その結果、現在時刻  $t_n$  から残り時間  $t_r$  の間、可変吐出量ポンプ1が吐出する流体の容積、即ち残存吐出容積  $V_r$  は、

$$V_r = Q \cdot t_r$$

として予測演算することができる。

ところで、現在時刻  $t_n$  から吐出圧力  $P$  が圧力指示値  $P_c$  に達する  $t_r$  時間後に、可変吐出量ポンプ1に吐出停止を指令して斜板角度を変えることで吐出停止またはシリンダ停止時の漏れ流量に基づく固定吐出量に減少させても、可変吐出量ポンプ1はポンプ自体の動作遅れによって直ちに吐出停止または所定量に減少させることができず、吐出オーバーとなって吐出量がオーバーとなった分、停止圧力を上昇させてしまう。そこで、第1

図の予測演算器10にあっては、現時点でポンプの吐出停止を行なったときにポンプの動作遅れにより吐出されてしまう余剰吐出容積 $V_e$ を演算する。このポンプの動作遅れによる余剰吐出容積 $V_e$ の算出はポンプ毎に性能がバラツキ、また運転条件により動作遅れが異なることから極めてむずかしいが、例えば可変吐出量ポンプ1の流量制御遅れを一時遅れとすれば、余剰吐出容積 $V_e$ は次式で表すことができる。

$$V_e = Q T_p (1 - e^{-\frac{t}{T_p}})$$

但し、 $Q$  : 吐出停止直前の吐出量

$T_p$  : ポンプの時定数

$t$  : 停止指令からの経過時間

ここで、 $e^{-\frac{t}{T_p}}$  が

$t > 2 T_p$  であれば  $e^{-\frac{t}{T_p}} \div 0$  とみることができ、よって、

$$V_e \div Q T_p$$

となる。

る制御演算を停止させ、固定時間 $T_w$ 経過時または $P_c \div P$ となったときにスイッチ4をB側に切換えてサーボ増幅器3による本来の停止圧力制御を行なわせる。

このような予測演算器10及び予測制御回路12による制御を第2図について具体的に説明すると、シリンダ6が対象物11に接触して停止した時刻 $t_0$ の時点から流量制御により一定の流量指示値 $Q_c$ に応じた吐出流量が得られていることから吐出圧力は直線的に増加し、所定のサンプリング周期 $T_s$ 毎に予測演算器10が残存吐出容積 $V_r$ 及び余剰吐出容積 $V_e$ を演算して予測制御回路12に出力する。予測制御回路12は残存吐出容積 $V_r$ が余剰吐出容積 $V_e$ に一致するかそれ以上になるかを監視しており、例えば時刻 $t_n$ のタイミングで $V_e = V_r$ になったとすると、例えばサーボ増幅器に停止時のシリンダ6側の油圧系統の漏れ流量分に相当する固定流量 $Q_L$ への減少を指

そこで予測演算器10にあっては、余剰吐出容積 $V_r$ を演算するための吐出圧力 $P$ のサンプリングと同時に、吐出流量 $Q$ 、即ちポンプ斜板角度 $\theta$ を測定し、現時点で吐出停止を行なったとした時の余剰吐出容積 $V_e$ を算出するようになる。

このように予測演算器10で所定のサンプリング周期毎に演算された残存吐出容積 $V_r$ 及び余剰吐出容積 $V_e$ のそれぞれは予測制御回路12に与えられて両者の比較判別が行なわれる。

即ち、予測制御回路12は予測演算器10から得られた残存吐出容積 $V_r$ と余剰吐出容積 $V_e$ が $V_r = V_e$ となったときにサーボ増幅器2に対し吐出停止またはシリンダ6側の油圧系における漏れ流量分に相当した固定吐出量への減少を指令する。そして可変吐出量ポンプ1の時定数 $T_p$ の2～3倍に相当する固定時間 $T_w = 2 T_p \sim 3 T_p$ を経過したとき、または吐出圧力が圧力指示値 $P_c$ に略一致するまではフィードバックループによ

令し、これを受けて可変吐出量ポンプ1の斜板角度が変化されて吐出流量が固定流量 $Q_L$ に向かって減少し、この吐出量の減少に伴って直線的に上昇していた吐出圧力の上昇速度も抑えられ、時刻 $t_n$ で予測された圧力指示値 $P_c$ に達するまでに必要な残存吐出容積 $V_r$ は、同時に予測された余剰吐出容積 $V_e$ に等しいことから、吐出圧力はオーバーシュートを生ずることなく圧力指示値 $P_c$ に達する。そして、時刻 $t_n$ から $2 T_p \sim 3 T_p$ に相当する固定時間 $T_w$ が経過したとき、または吐出圧力 $P$ が圧力指示値 $P_c$ に略一致したときにスイッチ4をB側に切換えてサーボ増幅器3による圧力制御に切りかわり、流量制御から圧力制御に切りかわってもオーバーシュートを発生しないことから切換ショックは全く起きないか起きても無視できる程度に小さい。

第3図は第1図の実施例における予測演算器10および予測制御回路12の具体的実施例を示し

たブロック図であり、圧力指示値  $P_c$ 、吐出圧力  $P$  及び吐出流量  $Q$  (斜板角度  $\theta$ ) を所定周期毎に順次入力するアナログマルチプレクサ 14 と、アナログマルチプレクサ 14 の出力をデジタル信号に変換する A/D コンバータ 15 と、残存吐出容積  $V_r$  及び余剰吐出容積  $V_e$  の演算及びこれらの演算結果の比較に基づく制御出力をサーボ増幅器 2 及びスイッチ 4 に対して行なうマイクロプロセッサ 16 で構成される。

この第 3 図に示したマイクロプロセッサ 16 による制御は第 4 図のフローチャートに示される。

即ち、第 4 図のフローチャートにおいて、まずステップ S 1 でシリンダ 6 の対象物 11、例えばストッパに接触して停止するか否かを判別しており、ストッパに接触して停止するとステップ S 2 でサンプル時刻に達したか否かをチェックし、サンプル時刻に達するとステップ S 3 に進んでそのときの流量  $Q$  及び圧力  $P$  を読み込み、次のステップ S

みで残存吐出容積  $V_r$  及び余剰吐出容積  $V_e$  を計算し、ステップ S 5 で両者を比較する。ステップ S 5 で  $V_r$  が  $V_e$  に等しいかそれ以上になるとステップ S 6 に進んでサーボ増幅器 2 に吐出停止命令または固定吐出量  $Q_L$  への減少を命令し、次のステップ S 7 で固定時間  $T_w$  の経過または吐出圧力  $P$  が圧力指示値  $P_c$  に一致するか否かを監視し、この条件が成立するとステップ S 8 で吐出停止命令または固定吐出命令を解除し、ステップ S 9 でスイッチ 4 を B 側に切換えることでサーボ増幅器 3 による圧力制御に移行する。

尚、ステップ S 1 の停止判別を行わず、常時  $V_r$ 、 $V_e$  の演算比較を行なってもよい。

次に、第 1 図の予測演算器 10 で演算する可変吐出量ポンプ 1 の余剰吐出容積  $V_e$  を算出するための他の実施例を説明する。

即ち、前述したように可変吐出量ポンプ 1 の余剰吐出容積  $V_e$  の算出は精度が悪いことが予想さ

れるが、ポンプ構造、即ち、同一の機種であればポンプによるバラツキが少なく、略同様の挙動を示し、例えば吐出停止命令直前の流量  $Q$  の関数、

$$V_e = f(Q, \theta)$$

となる。即ち、余剰吐出容積  $V_e$  はポンプ停止直前の流量  $Q$  または斜板角度  $\theta$  によって略一義的に決定できる。

そこでポンプ停止直前の初期値  $Q$  又は  $\theta$  が既知であれば、余剰吐出容積  $V_e$  は決定できるため、前述した余剰吐出容積  $V_e$  の一時遅れに基づく算出の代わりに、初期値  $Q$  を変数とし、そのときの余剰吐出容積  $V_e$  を実験的に求め、初期値  $Q$  をアドレスとして実験値  $V_e$  を書き込んだテーブルメモリを作成し、例えば第 3 図に示したマイクロプロセッサ 16 のメモリにテーブルデータを書き込んで初期値  $Q$  に対応した余剰吐出容積  $V_e$  を読出すことで更に精度の高い制御が可能となる。

また、第 1 図の予測演算器 10 における残存吐

出容積  $V_r$  の算出は、現時点の圧力  $P_n$  と 1 周期前の圧力  $P_{n-1}$  のみを使用して圧力指示値  $P_c$  に達するまでの残り時間  $T_r$  を予測していたが、これに加えて 1 周期前の  $P_{n-1}$  と 2 周期前の  $P_{n-2}$  及び 2 周期前の  $P_{n-2}$  と 3 周期前の  $P_{n-3}$  等を使用した複数の値の加算平均等によって、更に余剰吐出容積  $V_r$  の演算精度を向上することができる。

更に、第 2 図に示したようにシリンダ 6 が対象物 11 に接触して停止した時刻  $t_0$  付近において吐出流量  $Q$  は流量制御により  $Q = Q_c$  となる一定であることを前提としたが、時刻  $t_0$  付近で流量  $Q$  を上昇させることで圧力指示値  $P_c$  に達するまでの応答速度を更に高めることができる。

この場合、流量  $Q$  を一定とした場合には余剰吐出容積  $V_e$  を、

$$V_e = f(\theta)$$

としていたものを、

$$V_e = f(\theta \cdot (d\theta/dt))$$

の2つのパラメータの関数とし、

$$d\theta/dt = Q_n - Q_{n-1}$$

として余剰吐出容積 $V_e$ を求めるためのテーブルメモリを作成して初期値 $Q$ 及び $(Q_n - Q_{n-1})$ によりテーブルメモリの残存吐出容積 $V_e$ を読み出せば、更に圧力指示値 $P_c$ で定まる停止圧力に達するまでの圧力上昇速度を早くして制御応答を高めることができる。

(発明の効果)

以上説明してきたように本発明によれば、制御負荷停止時の圧力上昇速度から現時点の吐出圧力の設定停止圧力に達するまでに必要な残存吐出容積及び吐出停止を現時点で行なったときにポンプの動作遅れにより吐出されてしまう余剰吐出容積のそれぞれを予測演算し、両者が一致したときに吐出停止もしくは停止漏れ流量に基づく固定吐出量への減少を行なうため、オーバーシュートを生ずることなく設定停止圧力の制御状態に移行する

ことができ、極めて良好な制御特性を得ることができる。

また、従来装置にあってはオーバーシュートの発生を防ぐため圧力制御のフィードバックゲインを下げる等の複雑な調整をシステムの製造後に行なわなければならなかったが、本発明にあっては圧力制御のフィードバックゲイン等の調整が不要であり、製造後の調整が極めて単純化できる。

更に、従来装置はオーバーシュートを発生してはならないような精密装置に適用することは不可能であったが、本発明にあってはオーバーシュートを吸収するための他の液圧制御弁等を使用することなく、高精度の制御が可能となる。

更に本発明にあっては、オーバーシュートを出さないことのみならず、逆にオーバーシュートを積極的に出す制御特性が要求されたならば、オーバーシュートを出さないために残存吐出容積と余剰吐出容積が一致したときに吐出停止等の動作切

換を行なっていたものを、残存吐出容積が余剰吐出容積より所定量小さい $V_r > V_e$ となる関係で動作切換を行なうことで、要求されるオーバーシュートをもった制御特性を簡単に実現することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示したブロック図、第2図は第1図の制御動作を示した説明図、第3図は第1図の予測演算器及び予測制御回路の具体的実施例を示したブロック図、第4図は第3図の実施例による制御処理を示したフローチャート、第5図は従来例を示したブロック図、第6図は従来の制御動作を示した説明図である。

- 1：可変吐出量ポンプ
- 2：サーボ増幅器（流量制御用）
- 3：サーボ増幅器（圧力制御用）
- 4：スイッチ
- 6：シリンダ（制御負荷）

7, 9：加算点

10：予測演算器

12：予測制御回路

14：アナログマルチプレクサ

15：A/Dコンバータ

16：マイクロプロセッサ

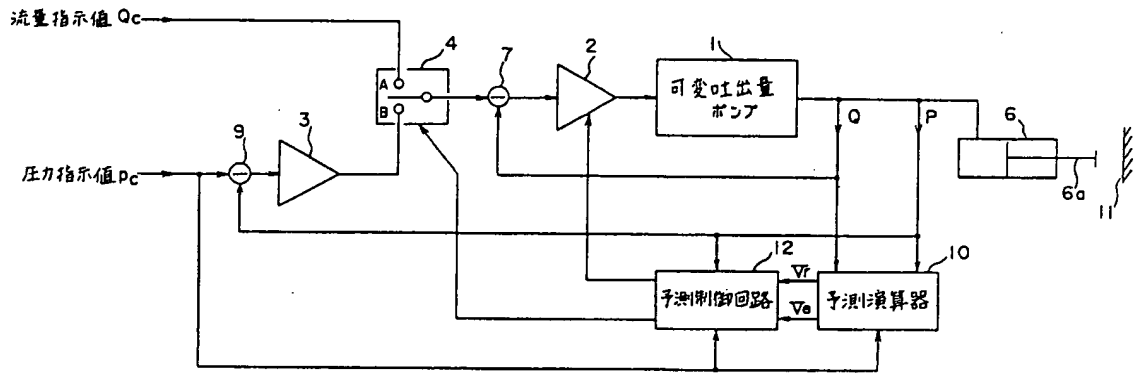
特許出願人 株式会社東京計器

代理人 弁理士 竹内 進

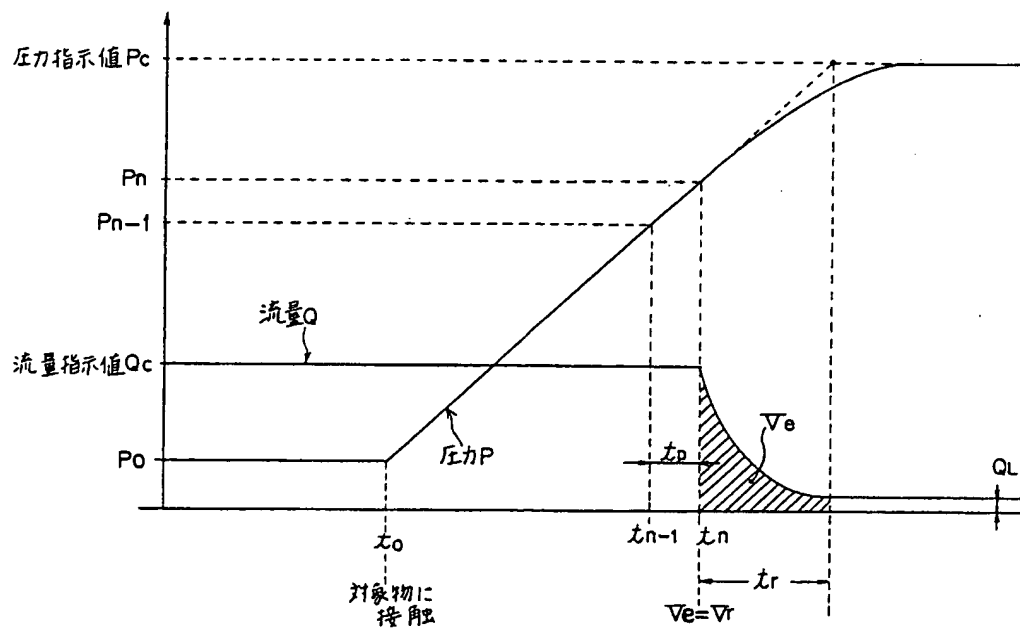
代理人 弁理士 宮内 佐一郎



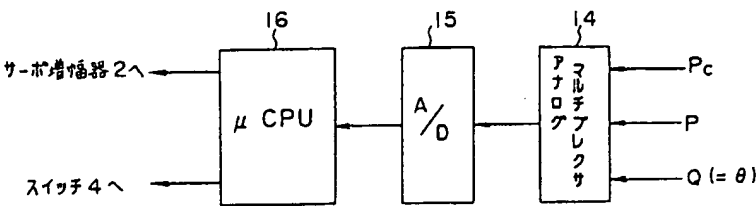
第 1 図



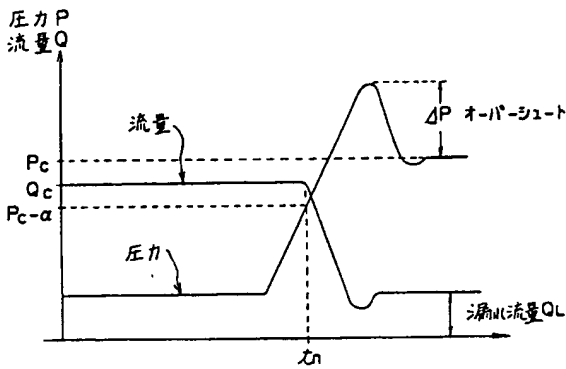
第 2 図



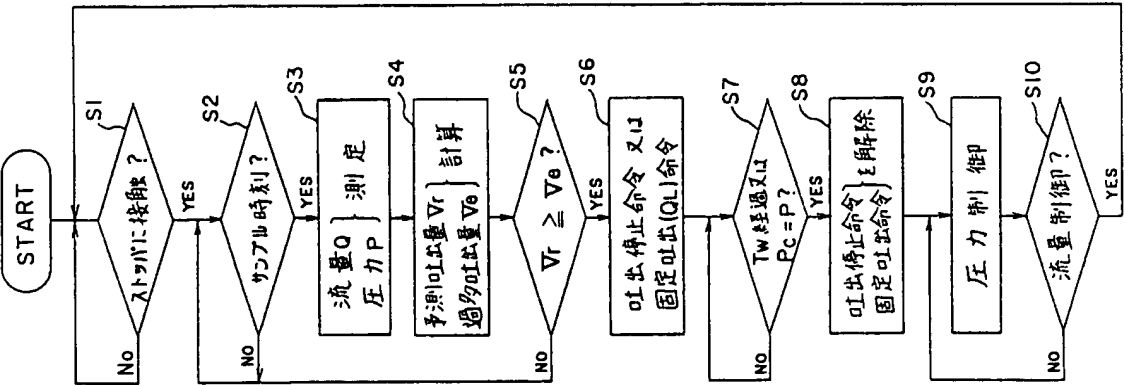
第 3 図



第 6 図



第 4 図



第 5 図

